

## **Schaltungsanordnung zum Betreiben von Hochdruckentladungslampen**

Die Erfindung betrifft eine Schaltungsanordnung zum Betreiben von Hochdruckentladungslampen gemäß des Oberbegriffs des Patentanspruchs 1.

### **I. Stand der Technik**

Eine derartige Schaltungsanordnung ist beispielsweise in dem Artikel von Michael Gulko und Sam Ben-Yaakov „A MHz Electronic Ballast for Automotive-Type HID Lamps“ IEEE Power Electronics Specialists Conference, PESC-97, Seiten 39-45, St. Louis, 1997 beschrieben. In dieser Veröffentlichung wird ein stromgespeicherter Gegentaktwandler offenbart, der über einen Transformator einen Lastkreis, in den eine Hochdruckentladungslampe geschaltet ist, mit einer hochfrequenten Wechselspannung beaufschlagt. In den Lastkreis ist außerdem die Sekundärwicklung des Zündtransformators einer Zündvorrichtung geschaltet, welche die Zündspannung zum Zünden der Gasentladung in der Hochdruckentladungslampe generiert.

Die Offenlegungsschrift WO 98/18297 beschreibt einen Gegentaktwandler, der über einen Transformator einen Lastkreis und eine galvanisch davon getrennte Impulszündvorrichtung mit hochfrequenter Wechselspannung beaufschlagt. In den Lastkreis ist eine Hochdruckentladungslampe geschaltet. Die Impulszündvorrichtung liefert während der Zündphase Hochspannungsimpulse an eine Zündhilfselektrode der Hochdruckentladungslampe.

### **II. Darstellung der Erfindung**

Es ist die Aufgabe der Erfindung, eine gattungsgemäße Schaltungsanordnung mit geringerer Verlustleistung bereitzustellen.

- 2 -

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Merkmale des Patentanspruchs 1 gelöst. Besonders vorteilhafte Ausführungen der Erfindung sind in den abhängigen Patentansprüchen beschrieben.

Die erfindungsgemäße Schaltungsanordnung zum Betreiben von Hochdruckentladungs-  
5    dungs Lampen weist einen Spannungswandler zur Energieversorgung eines Lastkreis auf, der mit Anschlüssen für eine Hochdruckentladungslampe und für die Sekundärwicklung eines Zündtransformators einer Impulszündvorrichtung, die zum Zünden der Gasentladung in der Hochdruckentladungslampe dient, versehen ist, und zeichnet sich dadurch aus, dass im Lastkreis mindestens ein Kondensator angeordnet ist, der  
10    bei angeschlossener Impulszündvorrichtung in Serie zur Sekundärwicklung des Zündtransformators geschaltet ist, wobei die Kapazität des Kondensators derart dimensioniert ist, dass er für die von der Impulszündvorrichtung generierten Zündimpulse im wesentlichen einen Kurzschluss darstellt und nach erfolgter Zündung der Gasentladung in der Hochdruckentladungslampe zumindest eine partielle Kompensation  
15    der Induktivität des Zündtransformators bewirkt, wenn die Sekundärwicklung vom Lampenstrom durchflossen wird.

Durch die zumindest partielle Kompensation der Induktivität der vom Lampenstrom durchflossenen Sekundärwicklung des Zündtransformators mittels des mindestens einen Kondensators lässt sich der durch sie im Lastkreis verursachte Spannungsabfall  
20    auf ein gewünschtes Maß reduzieren, wodurch die Verlustleistung in den Komponenten des Spannungswandlers, insbesondere in seinen Halbleiterschaltern und in dem Transformator an seinem Spannungsausgang, verringert wird. Die Kapazität des mindestens einen Kondensators C1 berechnet sich aus der vorhandenen Induktivität der Zündtransformatorsekundärwicklung L1b, gewünschten wirksamen Induktivität  
25    L<sub>soll</sub> der Zündtransformatorsekundärwicklung und der Schaltfrequenz f des Spannungswandlers bzw. der Frequenz des Lampenwechselstroms zu:

$$C1 = 1 / (4 \pi^2 f^2 (L1b - L_{soll}))$$

Eine große Zündinduktivität L1b ergibt eine hohe Güte des von dem Spannungswandler gespeisten Lastkreises und mit zunehmender Güte nimmt der Lampenstrom

- 3 -

einen ideal sinusförmigen Verlauf an. Dadurch wird die elektromagnetische Verträglichkeit der Schaltungsanordnung erhöht. Außerdem werden dadurch akustische Resonanzen in dem Entladungsmedium nur noch mit geringer Intensität angeregt.

Der vorgenannte mindestens eine Kondensator kann auch als Bestandteil einer Impulszündvorrichtung für eine Hochdruckentladungslampe ausgebildet sein, die ihrerseits wiederum in dem Lampensockel der Hochdruckentladungslampe untergebracht werden kann.

Die Resonanzfrequenz des Reihenschwingkreises, gebildet aus dem vorgenannten Kondensator und der Sekundärwicklung des Zündtransformators, ist vorzugsweise größer als 500 Kilohertz, um einen Betrieb der Lampe oberhalb ihrer akustischen Resonanzen und um eine räumlich kompakte Zündvorrichtung zu ermöglichen. Außerdem ist bei Betriebsfrequenzen ab ca. 300 Kilohertz die Induktivität der Sekundärwicklung während des Lampenbetriebs besonders störend.

Die Induktivität der Sekundärwicklung des Zündtransformators sollte trotz der Möglichkeit einer Kompensation durch den vorgenannten Kondensator möglichst klein sein, um Verluste in dem Zündtransformator während des Lampenbetriebs mit hoher Frequenz, typischerweise größer als 500 Kilohertz, zu minimieren. Vorzugsweise sollte sie kleiner als 500  $\mu\text{H}$  sein.

### III. Beschreibung der bevorzugten Ausführungsbeispiele

Nachstehend wird die Erfindung anhand einiger bevorzugter Ausführungsbeispiele näher erläutert. Es zeigen:

Figur 1 Eine Schaltungsanordnung zum Betrieb einer Hochdruckentladungslampe gemäß des ersten Ausführungsbeispiels der Erfindung

Figur 2 Eine Schaltungsanordnung zum Betrieb einer Hochdruckentladungslampe gemäß des zweiten Ausführungsbeispiels der Erfindung

Figur 3 Eine Schaltungsanordnung zum Betrieb einer Hochdruckentladungslampe gemäß des dritten Ausführungsbeispiels der Erfindung

- 4 -

**Figur 4** Eine Schaltungsanordnung zum Betrieb einer Hochdruckentladungslampe gemäß des vierten Ausführungsbeispiels der Erfindung

**Figur 5** Eine Schaltungsanordnung zum Betrieb einer Hochdruckentladungslampe gemäß des fünften Ausführungsbeispiels der Erfindung

- 5 Bei den in den Figuren 1 bis 5 abgebildeten Ausführungsbeispielen der Erfindung handelt es sich um Schaltungsanordnungen und Impulszündvorrichtungen für den Betrieb einer quecksilberfreien Halogen-Metaldampf-Hochdruckentladungslampe mit einer elektrischen Leistungsaufnahme von ca. 35 Watt, die für den Einsatz in dem Scheinwerfer eines Kraftfahrzeugs vorgesehen ist.
- 10 In Figur 1 ist ein erstes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung zum Betreiben der oben genannten quecksilberfreien Halogen-Metaldampf-Hochdruckentladungslampe abgebildet. Zusätzlich ist auch eine, in den Figuren als Impulsquelle bezeichnete Impulszündvorrichtung zum Zünden der Gasentladung in der quecksilberfreien Halogen-Metaldampf-Hochdruckentladungslampe abgebildet,
- 15 die in dem Lampensockel untergebracht ist. Die Schaltungsanordnung umfasst eine Gleichspannungsquelle, die von der Batterie bzw. Lichtmaschine des Kraftfahrzeugs gebildet wird, und eine Drossel L3, einen steuerbaren Halbleiterschalter S3, eine parallel dazu geschaltete Diode D3 sowie einen parallel zu der Diode D3 und dem Schalter S3 angeordneten Kondensator C3. Die Bauteile L3, S3, D3 und C3 sind
- 20 nach Art eines stromgespeisten Klasse-E-Konverters miteinander verschaltet. Sie bilden den Betriebsteil der Schaltungsanordnung. Der Kondensator C3 bildet den Spannungsausgang des vorgenannten Konverters, an den ein Lastkreis angeschlossen ist, der mit Anschlüssen für die Hochdruckentladungslampe La und die Impulszündvorrichtung versehen ist. Die Impulszündvorrichtung umfasst einen Zündtransformator T1, dessen Sekundärwicklung L1b in den Lastkreis geschaltet ist. In Serie zu der
- 25 Sekundärwicklung L1b des Zündtransformators T1 ist der Kondensator C1 geschaltet, der während des Lampenbetriebs nach Beendigung der Zündphase der Hochdruckentladungslampe La aufgrund der Dimensionierung seiner Kapazität eine partielle Kompensation der Induktivität der vom Lampenstrom durchflossenen Sekundärwicklung L1b bewirkt. Das Betriebs- und Zündteil sind hier über abgeschirmte
- 30

- 5 -

Koaxialkabel miteinander verbunden. Der Kondensator C1 ist hier als Komponente der Impulszündvorrichtung ausgebildet und im Lampensockel untergebracht. Eine Dimensionierung des Kondensators C1 und des Zündtransformators T1 mit der Sekundärwicklung L1b ist in der Tabelle angegeben.

- 5 In Figur 2 ist ein zweites Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Schaltungsanordnung zum Betreiben der oben genannten quecksilberfreien Halogen-Metall dampf-Hochdruckentladungslampe abgebildet. Zusätzlich ist auch eine, in den Figuren als Impulsquelle bezeichnete Impulszündvorrichtung zum Zünden der Gasentladung in der quecksilberfreien Halogen-Metall dampf-Hochdruckentladungslampe abgebildet, die in dem Lampensockel untergebracht ist. Die Schaltungsanordnung umfasst eine Gleichspannungsquelle, die von der Batterie bzw. Lichtmaschine des Kraftfahrzeugs gebildet wird, und eine Drossel L4, einen Kondensator C4, zwei steuerbare Halbleiterschalter S41, S42 mit jeweils einer parallel dazu geschalteten Diode D41 bzw. D42 und einen Transformator T4 mit zwei Primär- und einer Sekundärwicklung. Die Schalter S41, S42 sind als Feldeffekttransistoren (MOSFETS) ausgebildet und bei den Dioden D41 bzw. D42 handelt es sich um die in den Feldeffekttransistor S41 bzw. S42 integrierte sogenannte Body-Diode. Die Drossel L4, der Kondensator C4, die Halbleiterschalter S41, S42 mit ihren Dioden D41, D42 und der Transformator T4 sind nach der Art eines stromgespeisten Gegentaktwandlers, wie in dem oben zitierten Stand der Technik beschrieben, miteinander verschaltet. Nach dem Zünden der Gasentladung in der Lampe La wird mit Hilfe der Drossel L4 an dem Mittenabgriff zwischen den beiden gleichsinnig gepolten Primärwicklungen des Transformators T4 ein näherungsweise konstanter Strom eingeprägt. Die Halbleiterschalter S41, S42 schalten alternierend, so dass immer einer der beiden Schalter S41, S42 geschlossen ist. Die vorgenannten Komponenten der Schaltungsanordnung bilden den Betriebsteil für die Lampe La, der in einem Gehäuse, separat von der Lampe angeordnet ist. An die Sekundärwicklung des Transformators T4 ist ein Lastkreis angeschlossen, der mit Anschlüssen für die quecksilberfreie Halogen-Metall dampf-Hochdruckentladungslampe La und die Impulszündvorrichtung ausgestattet ist. Die Impulszündvorrichtung umfasst einen Zündtransformator T1, dessen Sekundärwicklung L1b in den Lastkreis geschaltet ist. In Serie zu der Sekundärwicklung L1b des

- 6 -

Zündtransformators T1 ist der Kondensator C1 geschaltet, der während des Lampenbetriebs nach Beendigung der Zündphase der Hochdruckentladungslampe La aufgrund der Dimensionierung seiner Kapazität eine partielle Kompensation der Induktivität der vom Lampenstrom durchflossenen Sekundärwicklung L1b bewirkt. Das Betriebs- und Zündteil sind hier über abgeschirmte Koaxialkabel miteinander verbunden. Der Kondensator C1 ist hier als Komponente der Impulszündvorrichtung ausgebildet und im Lampensockel untergebracht.

Die in Figur 3 abgebildete Schaltungsanordnung des dritten Ausführungsbeispiels unterscheidet sich von der des zweiten Ausführungsbeispiels nur durch die zusätzlichen Serienresonanzkreisbauteile C5, L5, die parallel zu der Sekundärwicklung des Transformators T4 geschaltet sind. Daher tragen in den Figuren 2 und 3 identische Bauteile dieselben Bezugszeichen. Die Kondensatoren C1, C5 und die Induktivität L5 bilden zusammen einen Serienresonanzkreis, der während der Zündphase der Hochdruckentladungslampe La die Impulszündvorrichtung mit Energie versorgt. Der Spannungseingang der Impulszündvorrichtung ist zu diesem Zweck parallel zu den während der Zündphase der Lampe La in Serie geschalteten Kondensatoren C1, C5 geschaltet. Nach Beendigung der Zündphase werden die parallel zu der Entladungsstrecke der Hochdruckentladungslampe La geschalteten Bauteile C5, L5 des Serienresonanzkreises durch die nun leitfähige Entladungsstrecke der Lampe La kurzgeschlossen und die Schaltfrequenz des stromgespeisten Gegentaktwandlers wird so weit erhöht, dass sie nahe der Resonanzfrequenz des Serienresonanzkreises liegt, der von dem nun in Serie zu der Sekundärwicklung L1b des Zündtransformators T1 geschalteten Kondensators C1 und der vorgenannten Sekundärwicklung L1b gebildet wird. Der Kondensator C1 bewirkt, nach Beendigung der Zündphase, während des Lampenbetriebs eine partielle Kompensation der Induktivität der vom Lampenstrom durchflossenen Sekundärwicklung L1b des Zündtransformators T1, wodurch die Verlustleistungen in den Halbleiterschaltern S41, S42 des Gegentaktwandlers und dem Transformator T4 reduziert werden. Eine Dimensionierung der Bauteile gemäß des zweiten und dritten Ausführungsbeispiels ist in der Tabelle angegeben.

- 7 -

Während der Zündphase der Hochdruckentladungslampe La werden die Feldeffekttransistoren S41, S42 von ihrer, beispielsweise als Mikrocontroller-Steuerung ausgebildeten Ansteuerungsvorrichtung (nicht abgebildet) alternierend mit einer Schaltfrequenz von 350 Kilohertz geschaltet, die der Resonanzfrequenz des Serienresonanzkreises L5, C5, C1 entspricht. An der Sekundärwicklung des Transformators T4 wird  
5 dadurch eine Wechselspannung von derselben Frequenz generiert, aus der mittels des vorgenannten Serienresonanzkreises eine durch Resonanz überhöhte Wechselspannung von ca. 2500 Volt erzeugt wird. An der Serienschaltung der Kondensatoren C5, C1 steht daher für die Impulszündvorrichtung eine entsprechend hohe Eingangsspannung zur Verfügung, die ausreicht, um den Zündkondensator (nicht abgebildet) der  
10 Impulszündvorrichtung über die Gleichrichterdiode (nicht abgebildet) und den Ladewiderstand (nicht abgebildet) auf die Durchbruchsspannung der Funkenstrecke (nicht abgebildet) der Impulszündvorrichtung aufzuladen. Beim Durchbruch der Funkenstrecke entlädt sich der Zündkondensator über die Primärwicklung L1a des  
15 Zündtransformators T1 und in seiner Sekundärwicklung L1b werden Hochspannungszündimpulse von bis zu 30000 Volt zum Zünden der Gasentladung in der Hochdruckentladungslampe La generiert. Nach erfolgter Zündung der Gasentladung in der Hochdruckentladungslampe La wird der Serienresonanzkreis L5, C5 durch die nun leitfähige Entladungsstrecke der Lampe La kurzgeschlossen und dadurch reicht  
20 die an dem Resonanzkondensator C5 bereitgestellte Eingangsspannung für die Impulszündvorrichtung nicht mehr aus, um den Zündkondensator auf die Durchbruchsspannung der Funkenstrecke aufzuladen. Nach erfolgter Zündung der Gasentladung in der Hochdruckentladungslampe La wird die Schaltfrequenz des Gegentaktwandlers auf eine Frequenz von 550 Kilohertz angehoben. Während dieser Betriebsphase,  
25 der sogenannten Anlaufphase oder dem sogenannten Leistungsanlauf der Lampe, wird der Lampe La eine überhöhte Leistung zugeführt, um ein schnelles Verdampfen der Füllungskomponenten des Entladungsmediums der Hochdruckentladungslampe La und damit in möglichst kurzer Zeit die volle Lichtemission der Lampe La zu erreichen. Am Ende des vorgenannten Leistungsanlaufs wird die Frequenz des Lampenwechselstroms auf den Wert von 715 Kilohertz angehoben, um den Betrieb bei  
30 der Lampennennleistung von 35 Watt zu gewährleisten. Der in Serie zu der vom Lampenstrom durchflossenen Sekundärwicklung L1b geschaltete Kondensator C1

- 8 -

bewirkt bei dieser Frequenz eine teilweise Kompensation der Induktivität der Sekundärwicklung L1b und trägt so zur Reduktion der Leistungsverluste in den Halbleiterschaltern S41, S42 und dem Transformator T4 bei.

Die Erfindung beschränkt sich nicht auf die oben näher erläuterten Ausführungsbeispiele, sondern kann auch im Zusammenhang mit anderen Spannungswandlern als  
5 den beiden oben genannten Typen verwendet werden.

In den Figuren 4 und 5 sind zwei weitere Ausführungsbeispiele der Erfindung abgebildet. Beiden Ausführungsbeispielen ist gemeinsam, dass der zur partiellen Kompensation der Induktivität der Sekundärwicklung L1b des Zündtransformators T1  
10 verwendete Kondensator C1 bzw. C51 vor dem Zünden der Gasentladung in der Lampe La mit einer Gleichspannung beaufschlagt wird. Diese Gleichspannung steht der Lampe La während ihrer Zündphase zusätzlich zu den von der Impulszündvorrichtung generierten Zündimpulsen zur Verfügung. Die Energieabgabe des Kondensators C1 bzw. C51 an die Lampe erfolgt dabei nicht schlagartig, nachdem die Entla-  
15 dungsstrecke der Lampe La durch den Zündimpuls niederohmig geworden ist, sondern erstreckt sich aufgrund der Induktivität der Sekundärwicklung L1b des Zündtransformators T1 über eine gewisse Zeitspanne, die länger ist als die Dauer der von der Zündvorrichtung generierten Zündimpulse. Dadurch bleibt der niederohmige Zustand der Entladungsstrecke der Lampe La über die vorgenannte Zeitspanne erhal-  
20 ten und die Wahrscheinlichkeit einer Übernahme durch das Vorschaltgerät Q bzw. den Klasse-E-Konverter gemäß Figur 5, d.h., die Wahrscheinlichkeit, dass der leitfähige Kanal im Entladungsplasma zwischen den beiden Lampenelektroden nicht abreißt, wird erhöht.

Bei dem in Figur 4 abgebildeten Ausführungsbeispiel bezeichnet das Bezugszeichen  
25 Q ein Vorschaltgerät gemäß des Standes der Technik zum Betrieb einer Hochdruckentladungslampe für einen Kraftfahrzeugscheinwerfer. Der Kondensator C1, die mit „Impulsquelle“ bezeichnete Impulszündvorrichtung, der Zündtransformator T1 und die Lampe La sind identisch zu den in den Figuren 1 und 2 dargestellten Ausführungsbeispielen und tragen daher dieselben Bezugszeichen. Der Kondensator C1  
30 wird vor dem Zünden der Gasentladung in der Lampe La über den Schalter S, die



- 9 -

Diode D und den Widerstand R aufgeladen. Hierfür kann beispielsweise die Leerlaufspannung des Vorschaltgeräts Q verwendet werden. Der Schalter S ist als IGBT oder als MOSFET mit hoher Sperrspannung ausgebildet.

Bei dem in Figur 5 abgebildeten Ausführungsbeispiel handelt es sich um die Kombination eines Klasse-E-Konverters mit einer Impulszündvorrichtung. Die Bauteile  
5 L52, S51, D51, C52 sind, ähnlich wie beim ersten Ausführungsbeispiel, als Klasse-E-Konverter miteinander verschaltet. Die aus der Diode D52, den Widerstand R52, der Funkenstrecke FS, dem Zündkondensator C53 und dem Zündtransformator T1 bestehende Impulszündvorrichtung wird während der Zündphase der Lampe La über  
10 den zweiten Wicklungsabschnitt L52b des Spartransformators L52 mit Energie versorgt. Der Kondensator C51 wird vor der Zündphase der Lampe La über den zweiten Wicklungsabschnitt L52b des Spartransformators L52, die Diode D53, den Widerstand R53 und die Zenerdiode D54 mit einer Gleichspannung beaufschlagt. Diese Gleichspannung bewirkt zusammen mit dem von dem Zündtransformator generierten  
15 Zündimpuls bzw. den Zündimpulsen die Zündung der Gasentladung in der Lampe. Darüber hinaus wird die in dem Kondensator C51 gespeicherte Energie während der Zündphase der Lampe La an diese übertragen. Für diese Zwecke wird der Kondensator vorteilhafter Weise auf eine Gleichspannung größer 300 Volt aufgeladen. Um sicherzustellen, dass der Kondensator C51 bereits vor dem Durchbruch der Funkenstrecke FS auf die gewünschte Gleichspannung aufgeladen ist, ist die Zeitkonstante des RC-Gliedes R52, C53 größer als die Zeitkonstante des RC-Gliedes R53, C51. Die Abschaltung der Aufladung des Kondensators C51 während des Lampenbetriebs nach erfolgter Zündung der Gasentladung, ist durch einen reduzierten Spannungsabfall an dem Wicklungsabschnitt L52b während des Lampenbetriebs gewähr-  
20 leistet, der dann vollständig über der Zenerdiode D54 abfällt, so dass kein nennenswerter Gleichstrom durch die Bauteile D53, R53 und D54 fließen kann.

- 10 -

**Tabelle: Dimensionierung der Bauteile der Schaltungsanordnungen gemäß der bevorzugten Ausführungsbeispiele**

	C4	1.0 nF, FKP1 (WIMA)
	C5	35 pF
5	C1	570 pF
	L4	60 µH, 20Wdg. auf RM5, N49 (EPCOS)
	L5	4,6 mH, EFD15, N49, 300 Wdg. (EPCOS)
	T4	EFD25, N59, ohne Luftspalt, Sekundär: 40 Wdg., zwei Primärwicklungen mit jeweils 8 Wdg.
10	T1	Primär: 1 Wdg., Sekundär: 37 Wdg.
	L1b	150 µH
	S41 (& D41)	IRF740, Power-MOSFET (International Rectifier)
	S24 (& D42)	IRF740, Power-MOSFET (International Rectifier)
	La	quecksilberfreie Halogen-Metall dampf-Hochdruckent- ladungslampe, nominal 35 Watt, 45 Volt
15		

**Patentansprüche**

1. Schaltungsanordnung zum Betreiben von Hochdruckentladungslampen, wobei die Schaltungsanordnung einen Spannungswandler zur Energieversorgung eines Lastkreis aufweist, der mit Anschlüssen für eine Hochdruckentladungslampe (La) und für die Sekundärwicklung (L1b) eines Zündtransformators (T1) einer Impulszündvorrichtung, die zum Zünden der Gasentladung in der Hochdruckentladungslampe (La) dient, versehen ist, dadurch gekennzeichnet, dass im Lastkreis mindestens ein Kondensator (C1) angeordnet ist, der bei angeschlossener Impulszündvorrichtung in Serie zur Sekundärwicklung (L1b) des Zündtransformators (T1) geschaltet ist, wobei die Kapazität des Kondensators (C1) derart dimensioniert ist, dass er für die von der Impulszündvorrichtung generierten Zündimpulse im wesentlichen einen Kurzschluss darstellt und nach erfolgter Zündung der Gasentladung in der Hochdruckentladungslampe (La) zumindest eine partielle Kompensation der Induktivität des Zündtransformators (T1) bewirkt, wenn die Sekundärwicklung (L1b) vom Lampenstrom durchflossen wird.
2. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Resonanzfrequenz des aus dem Kondensator (C1) und der Sekundärwicklung (L1b) gebildeten Reihenschwingkreises größer als 500 Kilohertz ist.
3. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Induktivität der Sekundärwicklung (L1b) kleiner als 500  $\mu$ H ist.
4. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Schaltfrequenz des Spannungswandlers während des stationären Lampenbetriebs größer als 500 Kilohertz ist.
5. Schaltungsanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der zur Kompensation der Sekundärwicklung eingesetzte Kondensator vor der Zündung der Gasentladung in der Lampe auf eine Gleichspannung aufgeladen

wird, die zusammen mit dem Zündimpuls bzw. den Zündimpulsen des Zündtransformators (T1) die Zündung der Gasentladung in der Lampe bewirkt.

- 5 6. Schaltungsanordnung zum Betreiben von Hochdruckentladungslampen, wobei die Schaltungsanordnung einen Spannungswandler zur Energieversorgung eines Lastkreis aufweist, der mit Anschlüssen für eine Hochdruckentladungslampe (La) und für die Sekundärwicklung (L1b) eines Zündtransformators (T1) einer Impulszündvorrichtung, die zum Zünden der Gasentladung in der Hochdruckentladungslampe (La) dient, versehen ist,
- 10 dadurch gekennzeichnet, dass im Lastkreis mindestens ein Kondensator (C1) angeordnet ist, der bei angeschlossener Impulszündvorrichtung in Serie zur Sekundärwicklung (L1b) des Zündtransformators (T1) geschaltet ist, wobei die Kapazität des Kondensators (C51) derart dimensioniert ist, dass er für die von der Impulszündvorrichtung generierten Zündimpulse im wesentlichen einen Kurzschluss darstellt und der Kondensator (C51) vor der Zündung der
- 15 Gasentladung in der Lampe auf eine Gleichspannung aufgeladen wird, die zusammen mit dem Zündimpuls bzw. den Zündimpulsen des Zündtransformators (T1) die Zündung der Gasentladung in der Lampe bewirkt.
- 20 7. Schaltungsanordnung nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Kondensator (C1; C51) vor der Zündung der Gasentladung in der Lampe (La) auf eine Gleichspannung größer als 300 Volt aufgeladen wird.
- 25 8. Impulszündvorrichtung für eine Hochdruckentladungslampe mit einem Zündtransformator (T1) zum Erzeugen von Zündimpulsen, dadurch gekennzeichnet, dass die Zündvorrichtung mindestens einen Kondensator (C1) aufweist, der in Serie zu der Sekundärwicklung (L1b) des Zündtransformators (T1) geschaltet ist und dessen Kapazität derart dimensioniert ist, dass er für die von der Impulszündvorrichtung generierten Zündimpulse im wesentlichen einen Kurzschluss darstellt und nach erfolgter Zündung der Gasentladung in der Hochdruckentladungslampe (La) zumindest eine partielle Kompensation der Induktivität des Zündtransformators (T1) bewirkt, wenn die Sekundärwicklung (L1b) vom Lampenstrom durchflossen wird.
- 30

- 13 -

9. Impulszündvorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Resonanzfrequenz des aus dem Kondensator (C1) und der Sekundärwicklung (L1b) gebildeten Reihenschwingkreises größer als 500 Kilohertz ist.
10. Impulszündvorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Induktivität der Sekundärwicklung (L1b) kleiner als 500  $\mu$ H ist.
11. Impulszündvorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Frequenz des durch die Sekundärwicklung (L1b) fließenden Lampenstroms größer als 500 Kilohertz ist.
12. Impulszündvorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass der zur Kompensation der Sekundärwicklung eingesetzte Kondensator vor der Zündung der Gasentladung in der Lampe auf eine Gleichspannung aufgeladen wird, die zusammen mit dem Zündimpuls bzw. den Zündimpulsen des Zündtransformators (T1) die Zündung der Gasentladung in der Lampe bewirkt.
13. Impulszündvorrichtung für eine Hochdruckentladungslampe mit einem Zündtransformator (T1) zum Erzeugen von Zündimpulsen, dadurch gekennzeichnet, dass die Zündvorrichtung mindestens einen Kondensator (C51) aufweist, der in Serie zu der Sekundärwicklung (L1b) des Zündtransformators (T1) geschaltet ist und dessen Kapazität derart dimensioniert ist, dass er für die von der Impulszündvorrichtung generierten Zündimpulse im wesentlichen einen Kurzschluss darstellt und der Kondensator (C51) vor der Zündung der Gasentladung in der Lampe auf eine Gleichspannung aufgeladen wird, die zusammen mit dem Zündimpuls bzw. den Zündimpulsen des Zündtransformators (T1) die Zündung der Gasentladung in der Lampe (La) bewirkt.
14. Impulszündvorrichtung nach Anspruch 12 oder 13, dadurch gekennzeichnet, dass der Kondensator (C1; C51) vor der Zündung der Gasentladung in der Lampe (La) auf eine Gleichspannung größer als 300 Volt aufgeladen wird.

**- 14 -**

- 15. Hochdruckentladungslampe mit einer im Lampensockel angeordneten Impulszündvorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 8 bis 14.**

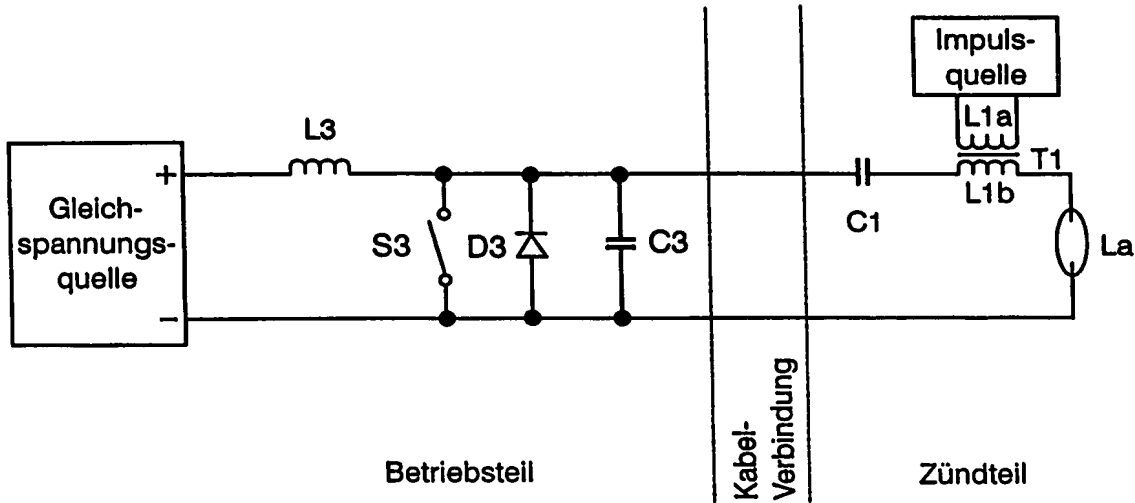


FIG 1

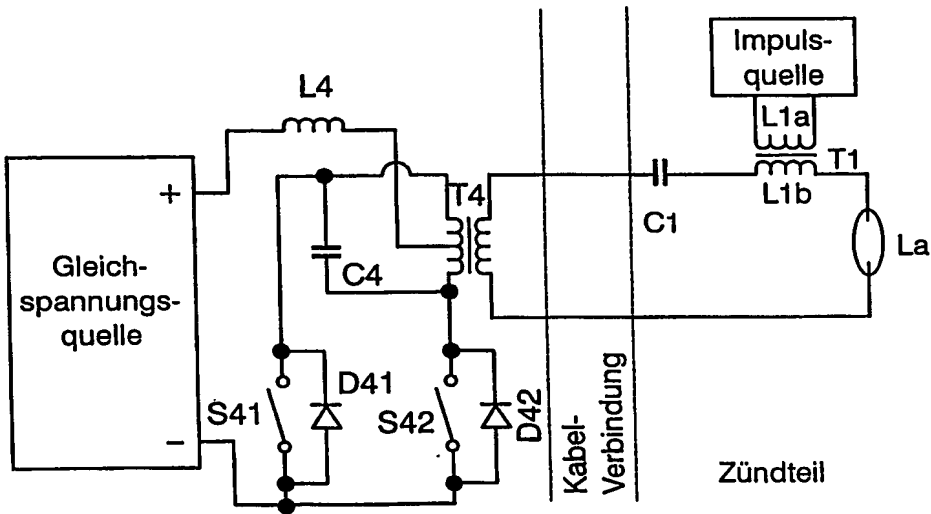


FIG 2

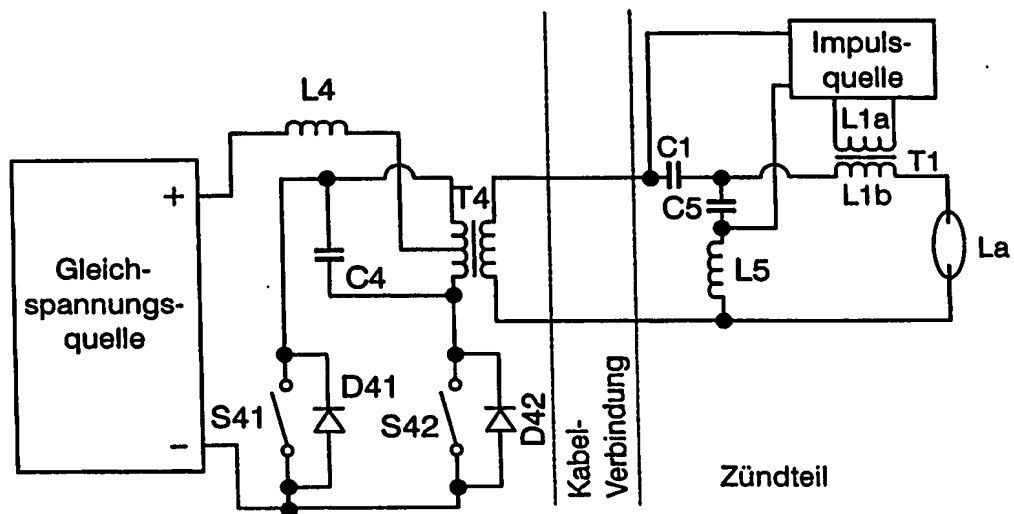


FIG 3

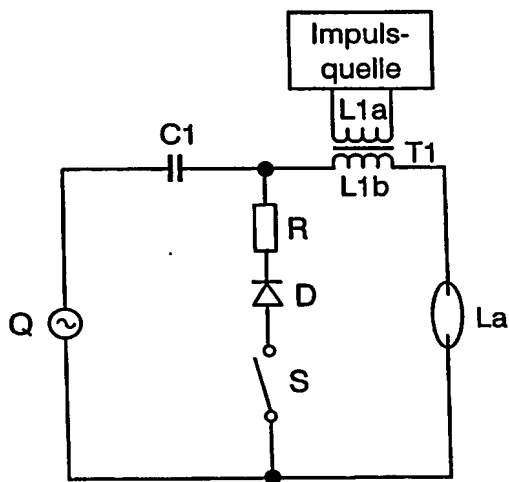


FIG 4



3/3

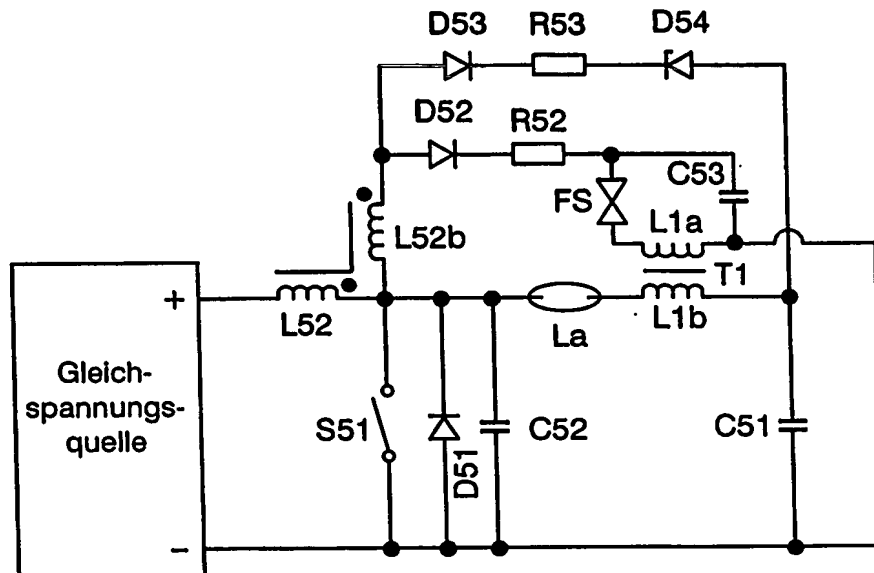


FIG 5

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/DE2004/001643

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
IPC 7 H05B41/288

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
IPC 7 H05B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No
X	US 6 100 652 A (KONOPKA JOHN G) 8 August 2000 (2000-08-08)	1-4,8-11
Y	column 1 - column 5; figures 1,2	5-7, 12-14
Y	----- US 6 194 844 B1 (HIRSCHMANN GUENTHER ET AL) 27 February 2001 (2001-02-27)	5-7, 12-14
A	column 1 - column 6; figures 1,3	
L	----- EP 0 987 928 A (QUALITY LIGHT ELECTRONICS S A) 22 March 2000 (2000-03-22)	1-15
	-& DE 698 20 619 T (QUALITY LIGHT ELECTRONICS S A) 23 September 2004 (2004-09-23)	1-15
	Übersetzung für EP doc. page 2 - page 5; figure 1a	
	----- -/--	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C

☒ Patent family members are listed in annex

\* Special categories of cited documents

\*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

\*E\* earlier document but published on or after the international filing date

\*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

\*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

\*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

\*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

\*X\* document of particular relevance, the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

\*Y\* document of particular relevance, the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

\*&\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

3 January 2005

Date of mailing of the international search report

17/01/2005

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P B 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel (+31-70) 340-2040, Tx 31 651 epo nl,  
Fax (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Morrish, I

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No
A	EP 0 922 375 A (UNITREND POWER TECHNOLOGIES CO) 16 June 1999 (1999-06-16) column 1 - column 6 -----	1-15
A	BEN-YAAKOV S ET AL: "Design and performance of an electronic ballast for high pressure sodium (HPS) lamps" APPLIED POWER ELECTRONICS CONFERENCE AND EXPOSITION, 1995. APEC '95. CONFERENCE PROCEEDINGS 1995., TENTH ANNUAL DALLAS, TX, USA 5-9 MARCH 1995, NEW YORK, NY, USA, IEEE, US, 5 March 1995 (1995-03-05), pages 665-669, XP010147717 ISBN: 0-7803-2482-X page 665 - page 669; figure 1 -----	1-15

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE2004/001643

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 6100652	A	08-08-2000	NONE	
US 6194844	B1	27-02-2001	DE 19909530 A1 CA 2299862 A1 EP 1033907 A2 HU 0000993 A2 JP 2000260587 A	18-01-2001 04-09-2000 06-09-2000 28-09-2000 22-09-2000
EP 0987928	A	22-03-2000	EP 0987928 A1 AT 256963 T DE 69820619 D1 DE 69820619 T2 ES 2212824 T3 US 6191537 B1	22-03-2000 15-01-2004 29-01-2004 23-09-2004 01-08-2004 20-02-2001
DE 69820619	T	23-09-2004	EP 0987928 A1 AT 256963 T DE 69820619 D1 DE 69820619 T2 ES 2212824 T3 US 6191537 B1	22-03-2000 15-01-2004 29-01-2004 23-09-2004 01-08-2004 20-02-2001
EP 0922375	A	16-06-1999	US 5798615 A AT 212172 T AU 718639 B2 AU 4327497 A BR 9711391 A DE 69709652 D1 DE 69709652 T2 EP 0922375 A1 JP 2001505704 T CA 2253468 A1 CN 1228912 A ES 2171996 T3 KR 2000035958 A WO 9809482 A1	25-08-1998 15-02-2002 20-04-2000 19-03-1998 25-04-2000 21-02-2002 17-10-2002 16-06-1999 24-04-2001 05-03-1998 15-09-1999 16-09-2002 26-06-2000 05-03-1998

**A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES**

IPK 7 H05B41/288

Nach der internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

**B. RESEARCHIERTE GEBIETE**

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 H05B

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

**C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN**

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 6 100 652 A (KONOPKA JOHN G) 8. August 2000 (2000-08-08)	1-4, 8-11
Y	Spalte 1 - Spalte 5; Abbildungen 1,2	5-7, 12-14
Y	----- US 6 194 844 B1 (HIRSCHMANN GUENTHER ET AL) 27. Februar 2001 (2001-02-27)	5-7, 12-14
A	Spalte 1 - Spalte 6; Abbildungen 1,3	
L	----- EP 0 987 928 A (QUALITY LIGHT ELECTRONICS S A) 22. März 2000 (2000-03-22)	1-15
	-& DE 698 20 619 T (QUALITY LIGHT ELECTRONICS S A) 23. September 2004 (2004-09-23)	1-15
	Übersetzung für EP doc. Seite 2 - Seite 5; Abbildung 1a	
	----- -/--	

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen☒ Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen

\*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

\*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

\*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

\*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

\*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

\*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

\*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden

\*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann nahelegend ist

\*Z\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

3. Januar 2005

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

17/01/2005

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
 Europäisches Patentamt, P B 5818 Patentlaan 2  
 NL - 2280 HV Rijswijk  
 Tel (+31-70) 340-2040, Tx 31 651 epo nl,  
 Fax (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Morrish, I

## C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Beitrag Anspruch Nr
A	EP 0 922 375 A (UNITREND POWER TECHNOLOGIES CO) 16. Juni 1999 (1999-06-16) Spalte 1 - Spalte 6 -----	1-15
A	BEN-YAAKOV S ET AL: "Design and performance of an electronic ballast for high pressure sodium (HPS) lamps" APPLIED POWER ELECTRONICS CONFERENCE AND EXPOSITION, 1995. APEC '95. CONFERENCE PROCEEDINGS 1995., TENTH ANNUAL DALLAS, TX, USA 5-9 MARCH 1995, NEW YORK, NY, USA, IEEE, US, 5. März 1995 (1995-03-05), Seiten 665-669, XP010147717 ISBN: 0-7803-2482-X Seite 665 - Seite 669; Abbildung 1 -----	1-15

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 6100652	A	08-08-2000	KEINE
US 6194844	B1	27-02-2001	DE 19909530 A1 18-01-2001 CA 2299862 A1 04-09-2000 EP 1033907 A2 06-09-2000 HU 0000993 A2 28-09-2000 JP 2000260587 A 22-09-2000
EP 0987928	A	22-03-2000	EP 0987928 A1 22-03-2000 AT 256963 T 15-01-2004 DE 69820619 D1 29-01-2004 DE 69820619 T2 23-09-2004 ES 2212824 T3 01-08-2004 US 6191537 B1 20-02-2001
DE 69820619	T	23-09-2004	EP 0987928 A1 22-03-2000 AT 256963 T 15-01-2004 DE 69820619 D1 29-01-2004 DE 69820619 T2 23-09-2004 ES 2212824 T3 01-08-2004 US 6191537 B1 20-02-2001
EP 0922375	A	16-06-1999	US 5798615 A 25-08-1998 AT 212172 T 15-02-2002 AU 718639 B2 20-04-2000 AU 4327497 A 19-03-1998 BR 9711391 A 25-04-2000 DE 69709652 D1 21-02-2002 DE 69709652 T2 17-10-2002 EP 0922375 A1 16-06-1999 JP 2001505704 T 24-04-2001 CA 2253468 A1 05-03-1998 CN 1228912 A 15-09-1999 ES 2171996 T3 16-09-2002 KR 2000035958 A 26-06-2000 WO 9809482 A1 05-03-1998